

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PARAQUAT HERBİSİTİNİN *ALLIUM CEPA* L. (SOĞAN)'DA GENOTOKSİK,  
FİZYOLOJİK VE ANATOMİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ALİ ACAR

HAZİRAN

2014

## ÖZET

### PARAQUAT HERBİSİTİNİN *ALLIUM CEPA* L. (SOĞAN)'DA GENOTOKSİK, FİZYOLOJİK VE ANATOMİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ACAR, Ali

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Zafer TÜRKMEN

HAZİRAN 2014, 23 Sayfa

Bu çalışmanın amacı farklı dozlarda Paraquat uygulamasının *Allium cepa* L. üzerindeki toksik etkilerini araştırmaktır. Toksikite indikatörü olarak çimlenme yüzdesi (ÇY), kök uzunluğu (KU), ağırlık kazanımı (AK), mikronukleus (MN) sıklığı, kromozomal anormallikler (KA) ve kök anatomisindeki değişimler (KH) kullanılmış, elde edilen veriler ise istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tohumlar bir (1) kontrol ve üç (3) Paraquat uygulama grubu olarak toplam dört (4) gruba ayrılmıştır. Uygulama gruplarındaki tohumlar 10, 50 ve 100 ppm dozunda Paraquat ile 72 saat süresince muamele edilmiştir. Sonuçta; kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, çimlenme yüzdesi (ÇY), kök uzunluğu (KU), ağırlık kazanımı (AK), kromozomal anormallikler (KA), mikronukleus (MN) sıklığı ve kök anatomisinde (KH) uygulama dozuna bağlı olarak değişimler meydana gelmiştir. Paraquat'ın artan dozu ile çimlenme yüzdesi (ÇY), kök uzunluğu (KU) ve ağırlık kazanımı (AK) önemli ölçüde azalmıştır. En yüksek çimlenme yüzdesi (ÇY), kök uzunluğu (KU) ve ağırlık kazanımı (AK) kontrol grubunda gözlenmiştir. Ayrıca Paraquat, mikronukleus (MN) ve kromozomal anormalliklerin (KA) sıklığında da doza bağlı olarak artışa neden olmuştur. Uygulama gruplarında en yüksek

mikronukleus (MN) ve kromozomal anormallik (KA) sıklığı 100 ppm dozunda Paraquat ile muamele edilen grupta, en düşük ise 10 ppm dozunda Paraquat ile muamele edilen grupta gözlenmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında Paraquat uygulaması kök uçlarında anatomik değişikliklere neden olmuş ve anatomik değişikliklerin şiddeti Paraquat dozuna bağlı olarak artış göstermiştir. Sonuç olarak; Paraquat herbisitinin *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde toksik etkiler gösterdiği, çimlenme yüzdesi (ÇY), kök uzunluğu (KU), ağırlık kazanımı (AK), mikronukleus (MN) sıklığı, kromozomal anormallikler (KA) ve kök anatomisindeki (KH) değişimlerin ise bu etkilerin gözleminde çok hassas ve kullanışlı biyomarkırlar olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Allium cepa* L., Paraquat, Mikronukleus, Kromozomal hasar, Toksikite, Tohum fizyolojisi, Anatomi.

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION OF GENOTOXIC, PHYSIOLOGICAL AND ANATOMICAL EFFECTS OF PARAQUAT HERBICIDE ON *ALLIUM CEPA* L. (ONION)

ACAR, Ali

Giresun University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zafer TÜRKMEN

JUNE 2014, 23 Pages

The aim of this study was to investigate the toxic effects of different doses of Paraquat treatment on *Allium cepa* L. Germination percentage (GP), root length (RL), weight gain (WG), micronucleus (MN) frequency, chromosomal aberrations (CAs) and changes of root anatomy (RA) were used as indicators of toxicity, and these data were correlated with statistical parameters. The seeds were divided into four (4) groups; one (1) as control and three (3) as Paraquat treatment groups. Treatment groups were treated with 10, 50 and 100 ppm doses of Paraquat during 72 hours. The results indicated that there was an alteration in the germination percentage (GP), root length (RL), weight gain (WG), chromosomal aberrations (CAs), micronucleus (MN) frequency and changes of root anatomy (RA) depending on the treatment dose in the seeds exposed to Paraquat when compared with the controls. Increasing dose of Paraquat significantly reduced the germination percentage (GP), root length (RL) and weight gain (WG) in seeds of all the treatment groups. The highest germination percentage (GP), root length (RL) and weight gain (WG) were observed in seeds of the control group. Besides, Paraquat caused a dose-dependent

increase in the frequency of MN and chromosomal aberrations (CAs). In treatment groups, the highest frequency of MN and chromosomal aberrations (CAs) was observed at 100 ppm dose of Paraquat and the lowest frequency of MN and chromosomal aberrations (CAs) was observed at 10 ppm dose of Paraquat. Paraquat treatment caused anatomical alterations on root tips when compared with the controls and rate of anatomical alterations increased with increasing dose of Paraquat. The results of the present study indicate that Paraquat herbicide has toxic effects on *Allium cepa* L. root tip cells, and the selected parameters such as the Germination percentage (GP), root length (RL), weight gain (WG), micronucleus (MN) frequency, chromosomal aberrations (CAs) and changes of root anatomy (RA) are very sensitive and useful biomarkers for biomonitoring these effects.

**Keywords:** *Allium cepa* L., Paraquat, Micronucleus, Chromosomal aberrations, Toxicity, Seed physiology, Anatomy.

## TEŞEKKÜR

Öncelikle alıőmalarım esnasında yardımlarını ve desteklerini benden esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Zafer TÜRKMEN'e, tez çalıőmamın her aőamasında bilimsel destek sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Kultięin AVUŐOęLU ve Doç. Dr. Emine YALÇIN'a, bilgi ve birikimleriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Kürőad YAPAR'a, ayrıca hayatımın her aőamasında beni yüreklendiren, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme teőekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| ÖZET .....   | I    |
| ABSTRACT .....   | III  |
| TEŞEKKÜR .....   | V    |
| İÇİNDEKİLER.....   | VI   |
| TABLOLAR DİZİNİ.....   | VII  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | VIII |
| KISALTMALAR DİZİNİ .....   | IX   |
| 1. GİRİŞ .....   | 1    |
| 2. MATERYAL VE METOT.....  | 4    |
| 2.1. Kök Uçlarının Hazırlanması .....  | 4    |
| 2.2. Kök Uzunluğu, Ağırlık Kazanımı ve Çimlenme Yüzdesinin Belirlenmesi..... | 4    |
| 2.3. Kromozomal Anormallikler ve Mikronukleus (MN) Testi .....               | 5    |
| 2.4. Anatomik İnceleme.....  | 5    |
| 3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....  | 6    |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....  | 15   |
| KAYNAKLAR.....   | 20   |
| ÖZGEÇMİŞ.....  | 24   |

## TABLÖLAR DİZİNİ

### TABLO

|  |    |
|--|----|
| 3.1. Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının tohum çimlenmesi üzerine etkisi .....                                      | 8  |
| 3.2. Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının kök uzunluğu (cm) üzerine etkisi .....                                     | 9  |
| 3.3. Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının tohum ağırlık artışı (g) üzerine etkisi...                                 | 9  |
| 3.4. Farklı dozlarda Paraquat uygulaması tarafından kök ucu hücrelerinde teşvik edilen mikronukleus (MN) sıklığı ..... | 10 |
| 3.5. Farklı dozlarda Paraquat uygulaması tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar .....                            | 11 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### ŞEKİL

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının <i>Allium cepa</i> L. kök büyümesi üzerine etkileri .....       | 6  |
| 3.2. Paraquat uygulaması tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar .....                                 | 7  |
| 3.3. <i>Allium cepa</i> L. kök ucu hücrelerinde Paraquat tarafından teşvik edilen anatomik değişimler ..... | 13 |

## KISALTMALAR

|      |                                  |
|------|----------------------------------|
| FRG  | Fragment                         |
| BN   | Binükleuslu hücre                |
| KK   | Kromozom köprüsü                 |
| YK   | Yapışkan kromozom                |
| CM   | C-mitoz                          |
| KED  | Kromatinin eşit olmayan dağılımı |
| AKUT | Anormal kutuplaşma               |
| İİA  | İğ ipliği anormalliği            |

## 1. GİRİŞ

Giderek artan nüfus yoğunluğuyla birlikte gıda ihtiyacı da aynı paralellikte artmakta, bu da beraberinde tarımsal verimliliğin arttırılmasını gerektirmektedir. Bu ihtiyacı karşılayabilmek amacıyla kimyasal içerikli gübre ve tarım ilacı kullanımı ise her geçen gün artmaktadır. Kullanılan bu gübre ve tarım ilaçlarının yapısında bulunan kimyasal madde kalıntıları, zirai amaçlı sulama suları ile tarım alanlarının çevrelerinde bulunan akarsular ve yeraltı sularına karışarak tehlikeli boyutlarda çevre kirliliğine neden olmaktadır (1,2). Özellikle II. Dünya Savaşı sonrasında hızlı bir değişim sürecine giren tarım sektöründe tarım ilaçlarının, kimyasal içerikli gübrelerin ve büyümeyi teşvik edici kimyasal maddelerin kullanımı oldukça artmıştır. Buna bağlı olarak da söz konusu bu maddelerin doğaya yayılım oranları yükselmiş ve doğanın bilinçsiz bir şekilde tahrip edilmesi süreci başlamıştır. Bununla birlikte, bilim insanları bu kimyasalların sadece çevre üzerinde kirlетici etkiye sahip olmadıklarını, ayrıca insanlar ve hayvanlar üzerinde de ciddi sağlık problemlerine neden olduklarının farkına varmışlardır (3).

Yukarıda bahsedilen tüm bu problemlerin en önemli nedenlerinden biri tarımsal üretimi ve verimi arttırmada yoğun bir biçimde kullanılan pestisitlerdir. Tarım ürünlerinin üretimi sırasında uygulanan ilaçlama ile bu ürünlerin yapısına katılan kimyasal ilaç kalıntılarına “Pestisit” adı verilmektedir (4). Diğer bir tanım olarak ise zararlı olan canlıları öldürmek için kullanılan kimyasal madde ve bileşikleri ifade eder (5). Günümüzde pestisitler tarım, endüstri, halk sağlığı ve evsel alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (6).

Bu kimyasal maddeler önerilen doz doğrultusunda kullanılmadıklarında ise kalıntıları insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabildiği gibi, tarım ürünlerinin iç ve dış pazarlardaki tüketimlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca üretim, formülasyon, hazırlama, taşıma, yükleme ve uygulama sırasında deri, oral yol ve solunum yoluyla pestisitlere maruz kalma insanlarda zehirlenme, baş ağrısı ve koma başta olmak üzere mutajenik, teratojenik ve kanserojenik etkilere de sebep olabilmektedir (7,8).

Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla pestisit kullanımını ülkemizde de oldukça yaygındır. Tüketim miktarları göz önünde bulundurulduğunda ülkemizde 1998 yılında 34.411 ton tarım ilacı kullanılırken, bu rakam 2004 yılında 35.443 tona ulaşmıştır. Bu tarım ilaçlarından herbisit kullanım miktarı ise 1998 yılında 5.743 ton iken 2004 yılında bu rakam 8.707 tona ulaşmıştır. Kullanım miktarlarındaki artıştan da anlaşıldığı üzere, ülkemizde zararlılarla mücadele amacıyla kullanılan kimyasal içerikli pestisit mücadele yöntemi her geçen gün artmaktadır (9).

Pestisitler işlevlerine ve etkili oldukları canlı grubuna göre insektisitler, fungusitler, herbisitler, akarisitler, apisitler, molusitler, rodentisitler ve nematisitler olarak (4), kimyasal yapılarına göre ise karbamatlar, klorofenoksi bileşikler, organoklorinli bileşikler, organofosfatlı bileşikler, anilin türevleri, pridin - primidin türevleri, triazinler ve üre içeren bileşikler olarak sınıflandırılır (10).

Pestisitlerin yaygın şekilde kullanılan ve halk tarafından en iyi tanınan gruplarından biri de herbisitlerdir. Herbisitler tarımsal üretim sırasında arzu edilmeyen bitkilerin gelişimini ve çoğalmalarını kontrol etmek için tasarlanmış bileşiklerdir (11). Tarım alanında hangi herbisit kullanılacağı genellikle etki mekanizmasına göre belirlenir. Herbisitlerin mitozu, fotosentezi, amino asit sentezini ve lipid biyosentezini inhibe etme tarzında etki mekanizmaları bulunmaktadır (12). Ayrıca yüksek dozda herbisit kullanımının kromozomal anormallikler ve mikronukleus oluşumunu teşvik etme gibi mitotik hasarlara neden olduğu da bilinmektedir (13).

Dünya'da ticari olarak en fazla tercih edilen herbisitlerden biri ise Paraquat'dır. Paraquat, 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium chloride ismiyle bilinmektedir (14,15). Molekül ağırlığı 257.2 g/mol, yoğunluğu 1.240 - 1.260 g/cm<sup>3</sup>, kaynama noktası 760 mm Hg basınç altında 175 - 180°C arasında olan piridin bir bileşiktir (16). Paraquat temas ettiği bitki dokularına zarar vermekte ve yapraklar tarafından bitki yapısına alınmaktadır (17). Metabolik yolda oksijen (O<sub>2</sub>) radikallerinin üretimine yol açarak bitkilerde oksidatif hasara neden olmaktadır (18). Ayrıca fotosentez sırasında fotosistem I (PS I)'den elektronları alarak, bir kaç döngü sonrasında hidroksil (OH<sup>·</sup>) radikalleri oluşturmakta ve bu sayede fotosentezi engellemektedir. Söz konusu bu radikaller son derece reaktif olup, membran yağ asitleri ve klorofilin kolay bir şekilde parçalanmasına (12), hücre zarı bütünlüğünün

bozulmasına sebep olmaktadır (19). Paraquat'ın etkisi sonucunda oluşan bu reaktif oksijen türleri düşük seviyede hücre çoğalmasını hızlandırırken, orta seviyede hücre döngüsünü geçici ya da kalıcı olarak durdurmakta, yüksek düzeyde ise apoptozisi uyarmakta ya da nekroza teşvik etmektedir (20). Bitkilerde Paraquat'a karşı direnç ise genellikle 10 yıl veya daha fazla süre ile maruz kalınması durumunda gerçekleşmektedir (21).

Bu çalışmanın amacı, tarım alanlarında zararlı bitkilerle mücadelede yaygın biçimde kullanılan Paraquat herbisitinin *Allium cepa* L. test materyali kullanılarak toksik etkilerini gözler önüne sermektir. Bu amaçla kök uzunluğu, ağırlık kazanımı, çimlenme yüzdesi, kromozomal anormallikler, MN sıklığı ve anatomik hasarlar toksisitenin indikatörleri olarak kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Kök Uçlarının Hazırlanması

Bu çalışma Paraquat'ın 10, 50 ve 100 ppm'lik dozları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma materyali olarak aşağı yukarı eşit büyüklükte ve sağlıklı *Allium cepa* L. tohumları kullanılmıştır. Tohumlar bir (1) kontrol, üç (3) uygulama grubu olmak üzere toplam dört gruba ayrılmış ve 85x100 mm çapında plastik beherlere yerleştirilerek oda sıcaklığında 72 saat süresince çimlenmeye bırakılmıştır. Uygulama periyodu süresince; kontrol grubundaki tohumlar çeşme suyu, uygulama grubundaki tohumlar ise 10, 50 ve 100 ppm'lik Paraquat dozlarıyla muamele edilmiştir. Süre sonunda kök uçları distile su ile yıkanmış ve standart ezme preparasyon teknikleri kullanılarak sitogenetik analizler için hazır hale getirilmiştir (22).

### 2.2. Kök Uzunluğu, Ağırlık Kazanımı ve Çimlenme Yüzdesinin Belirlenmesi

Uygulama periyodu sonunda çimlenen tohumlardaki kök uzunlukları radikula oluşumu temel alınarak milimetrik ölçekli cetvel yardımıyla, ağırlık kazanımları ise hassas terazi yardımıyla, uygulama öncesi ve sonrasında elde edilen tohum ağırlık farkları dikkate alınarak belirlenmiştir. Tohumların çimlenme yüzdeleri ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak tespit edilmiştir (23).

$$\text{Çimlenme Yüzdesi (\%)} = \frac{\text{Çimlenen Tohum Sayısı}}{\text{Toplam Tohum Sayısı}} \times 100$$

### **2.3. Kromozomal Anormallikler ve Mikronukleus (MN) Testi**

Yaklaşık 0.5 cm uzunluğunda kesilen kök uçları iki saat “Clarke” fiksatoründe (3:glasial asetik asit / 1:distile su) fiske edilmiş, 15 dakika %96’lık etanolde yıkanmış ve +4 °C ’de %70’lik etanolde saklanmıştır. Sonraki aşamada, kök uçları 60 °C’de 17 dakika 1N HCl içerisinde hidrolize edilmiş, 30 dakika %45’lik asetik asit içerisinde bekletilmiş, son aşamada ise 24 saat Asetokarmin ile boyanarak %45’lik asetik asitte ezilmiş ve binoküler araştırma mikroskobunda X500 büyütmede fotoğraflanmıştır (22,24).

MN varlığının tespitinde Fenench ve ark. (25) tarafından belirlenen kriterler dikkate alınmıştır. Bu kriterlere göre:

(i) MN çapı ana nukleusun 1/3 olmalı,

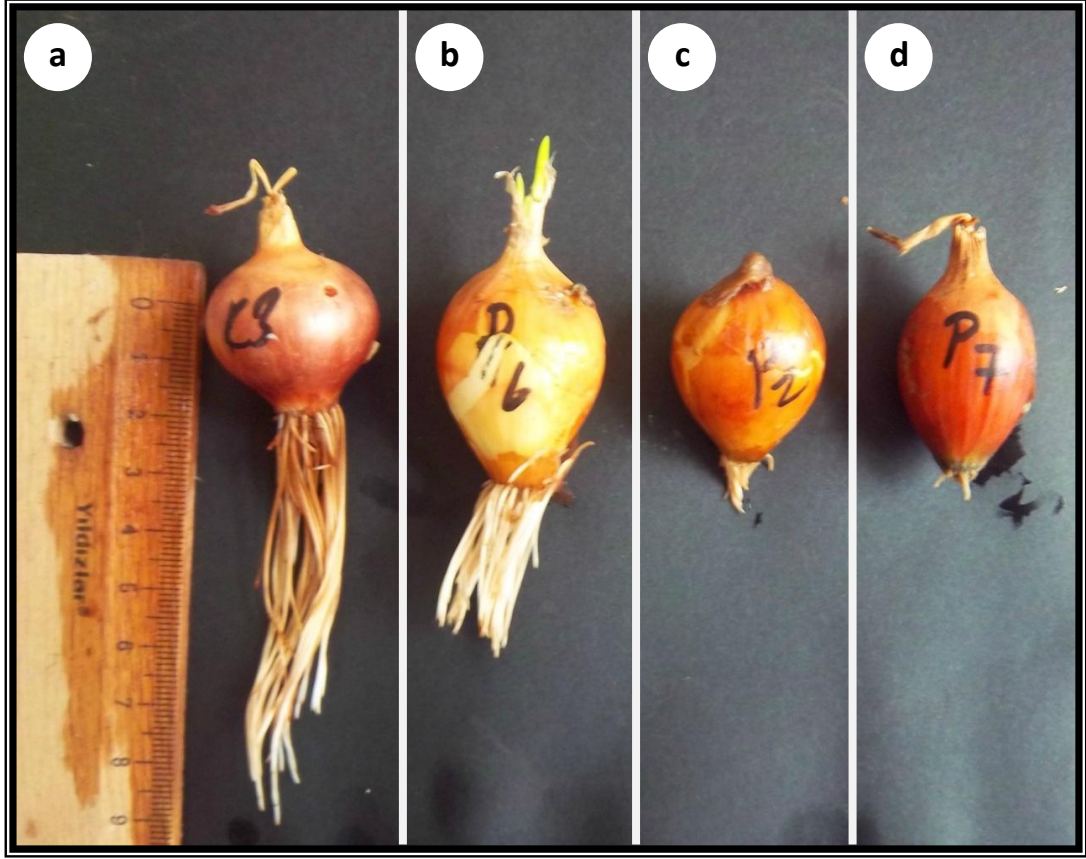
(ii) MN ile hücrenin temel çekirdeğinin kenarları birbirlerine temas edebileceği gibi etmeyebilirde, fakat temas ettiği durumlarda bu aradaki sınırın belirgin bir şekilde ayırt edilmesi gerekmektedir,

(iii) MN boyandığında temel çekirdeğin aldığı renge yakın bir renk almalıdır.

### **2.4. Anatomik İnceleme**

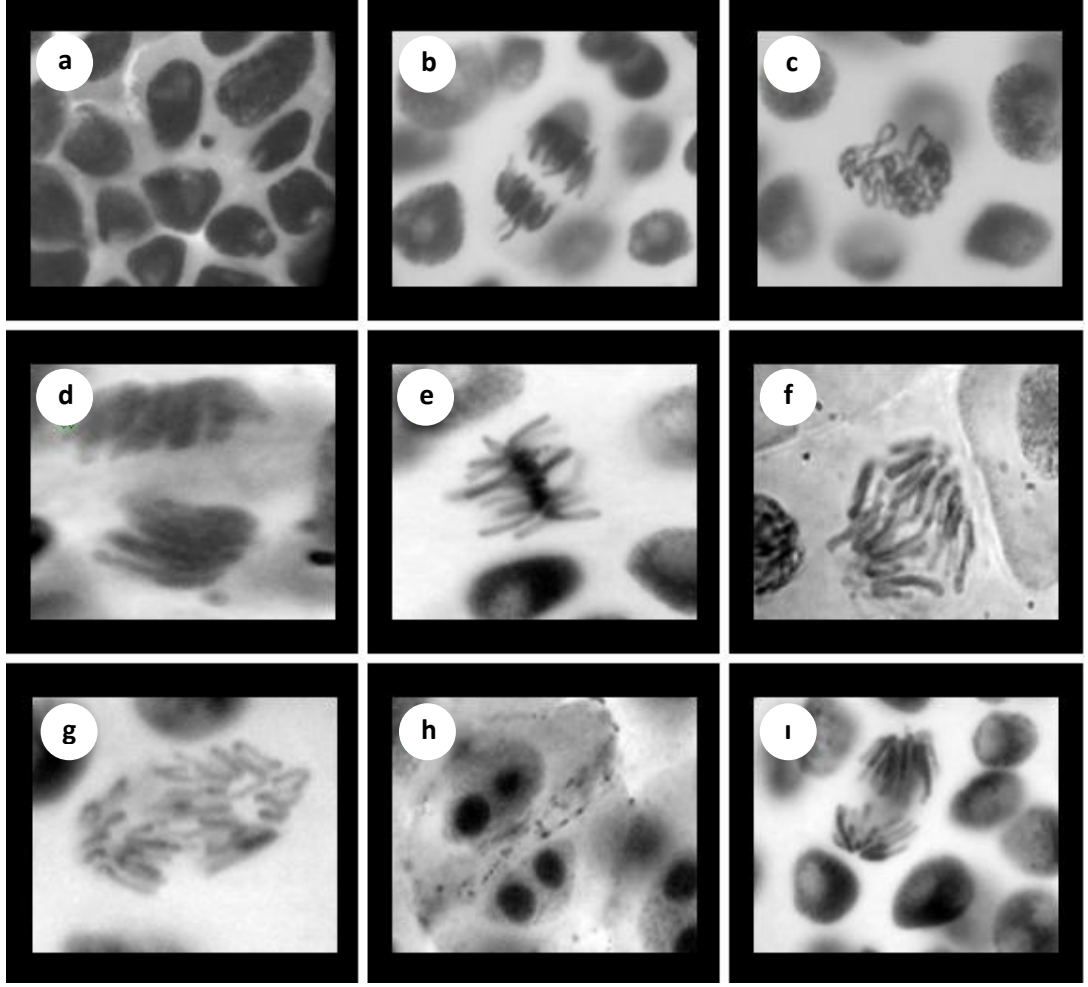
Kök hücrelerindeki anatomik değişiklikleri belirlemek amacıyla kontrol ve uygulama grubu tohumlarının kök uçlarından enine kesitler alınmış, Metilen Mavisi ile boyanarak binoküler araştırma mikroskobunda X500 büyütmede fotoğraflanmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI



**Şekil 3.1.** Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının *Allium cepa* L. kök büyümesi üzerine etkileri (a: kontrol grubu, b: 10 ppm Paraquat, c: 50 ppm Paraquat, d: 100 ppm Paraquat)





**Şekil 3.2.** Paraquat uygulaması tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar (a:MN, b:fragment, c:iğ ipliği anormalliği, d:anormal kutuplaşma, e:yapışkan kromozom, f:köprü, g:c-mitoz, h:binukleuslu hücre, i:kromatinin eşit olmayan dağılımı)

**Tablo 3.1.** Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının tohum çimlenmesi üzerine etkisi

| Gruplar  | Çimlendirilen tohum sayısı | Çimlenen tohum sayısı | Çimlenmeyen tohum sayısı | Çimlenme yüzdesi % |
|----------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| Grup I   | 50                         | 50                    | 0                        | 100                |
| Grup II  | 50                         | 49                    | 1                        | 98                 |
| Grup III | 50                         | 40                    | 10                       | 80                 |
| Grup IV  | 50                         | 29                    | 21                       | 58                 |

Grup I: Kontrol, Grup II: 10 ppm Paraquat, Grup III: 50 ppm Paraquat, Grup IV: 100 ppm Paraquat.

Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının tohum çimlenmesi üzerine etkisi Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Tablodaki verilerden de görüldüğü gibi; en yüksek çimlenme yüzdesi kontrol grubunda, en düşük çimlenme yüzdesi ise Paraquat’ın 100 ppm dozuyla muamele edilen Grup IV’de tespit edilmiştir. Kontrol grubunda %100 oranında çimlenme yüzdesi belirlenirken, Grup IV’de ise %58 oranında çimlenme yüzdesi belirlenmiştir. Sonuçta, Paraquat’ın uygulama dozuna bağlı olarak, tohum çimlenme yüzdesinde önemli derecede azalmaya sebep olduğu görülmüştür.

**Tablo 3.2.** Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının kök uzunluğu (cm) üzerine etkisi

| Gruplar  | Minimum | Maksimum | Ortalama               |
|----------|---------|----------|------------------------|
| Grup I   | 5.90    | 7.80     | 6.85±0.61 <sup>a</sup> |
| Grup II  | 2.50    | 5.43     | 4.15±1.09 <sup>b</sup> |
| Grup III | 1.96    | 4.54     | 2.99±0.77 <sup>c</sup> |
| Grup IV  | 0.20    | 1.42     | 0.74±0.41 <sup>d</sup> |

Grup I: Kontrol, Grup II: 10 ppm Paraquat, Grup III: 50 ppm Paraquat, Grup IV: 100 ppm Paraquat. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterildi (n = 10). Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem “Duncan” testini takiben “one-way” ANOVA varyans analizi kullanılarak belirlendi. Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05).

Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının *Allium cepa* L. kök büyümesi üzerine etkisi Tablo 3.2 ve Şekil 3.1’de verilmiştir. En fazla kök uzaması kontrol grubunda, en az ise Paraquat’ın 100 ppm dozu ile muamele edilen Grup IV’de tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ortalama 6.85 cm kök uzunluğu belirlenirken, Grup II’de ortalama 4.15 cm, Grup III’de ortalama 2.99 cm ve Grup IV’de ise ortalama 0.74 cm kök uzunluğu belirlenmiştir. Ayrıca gruplar arasında belirlenen kök ucu uzunlukları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu da belirlenmiştir (P<0.05).

**Tablo 3.3.** Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının tohum ağırlık artışı (g) üzerine etkisi

| Gruplar  | Başlangıç | Son                     | Ağırlık Artışı |
|----------|-----------|-------------------------|----------------|
| Grup I   | 8.12±0.60 | 15.28±2.15 <sup>a</sup> | +7.16          |
| Grup II  | 8.36±2.18 | 11.96±1.18 <sup>b</sup> | +3.60          |
| Grup III | 8.01±0.44 | 10.00±0.81 <sup>c</sup> | +1.99          |
| Grup IV  | 8.40±0.71 | 9.77±1.05 <sup>c</sup>  | +1.37          |

Grup I: Kontrol, Grup II: 10 ppm Paraquat, Grup III: 50 ppm Paraquat, Grup IV:100 ppm Paraquat. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterildi (n = 10). Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem “Duncan” testini takiben “one-way” ANOVA varyans analizi kullanılarak belirlendi. Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05).

Farklı dozlarda Paraquat uygulamasının tohum ağırlık artışı üzerine etkisi Tablo 3.3’de gösterilmiştir. Tablodaki sonuçlardan da anlaşılacağı üzere 72 saatlik uygulama periyodu sonunda en fazla ağırlık artışı kontrol grubunda, en az ise Paraquat’ın 100 ppm dozu ile muamele edilen Grup IV’de tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ortalama 7.16 g’lık bir ağırlık artışı ölçülürken, Grup II’de 3.60 g’lık, Grup III’de 1.99 g’lık ve Grup IV’de ise 1.37 g’lık bir ağırlık artışı ölçülmüştür. Paraquat dozundaki artışa bağlı olarak ağırlık kazanımının azaldığı ve bu azalışın ise kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

**Tablo 3.4.** Farklı dozlarda Paraquat uygulaması tarafından kök ucu hücrelerinde teşvik edilen mikronukleus (MN) sıklığı

| Gruplar  | Hesaplanan hücre sayısı | Minimum (MN) | Maksimum (MN) | Ortalama (MN)           |
|----------|-------------------------|--------------|---------------|-------------------------|
| Grup I   | 1000                    | 0            | 1             | 0.30±0.48 <sup>d</sup>  |
| Grup II  | 1000                    | 8            | 14            | 10.60±1.78 <sup>c</sup> |
| Grup III | 1000                    | 19           | 35            | 25.70±4.79 <sup>b</sup> |
| Grup IV  | 1000                    | 39           | 58            | 50.60±6.08 <sup>a</sup> |

Grup I: Kontrol, Grup II: 10 ppm Paraquat, Grup III: 50 ppm Paraquat, Grup IV: 100 ppm Paraquat. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterildi ( $n = 10$ ). Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem “Duncan” testini takiben “one-way” ANOVA varyans analizi kullanılarak belirlendi. Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ( $P<0.05$ ).

*Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde Paraquat’ın teşvik ettiği MN varlığı ve sıklığı Şekil 3.2 ile Tablo 3.4’de gösterilmiştir. Tablodaki sonuçlardan da anlaşıldığı üzere, kontrol grubunda çok az sayıda MN oluşumuna rastlanırken, Paraquat’ın 100 ppm dozu ile muamele edilen Grup IV’de ise en fazla MN oluşumuna rastlanılmıştır. Kontrol grubunda ortalama 0.30 oranında MN oluşumu tespit edilirken, Grup II’de ortalama 10.60 oranında, Grup III’de ortalama 25.70 oranında ve Grup IV’de ise ortalama 50.60 oranında MN oluşumu tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki bu MN sayılarındaki farkların ise istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

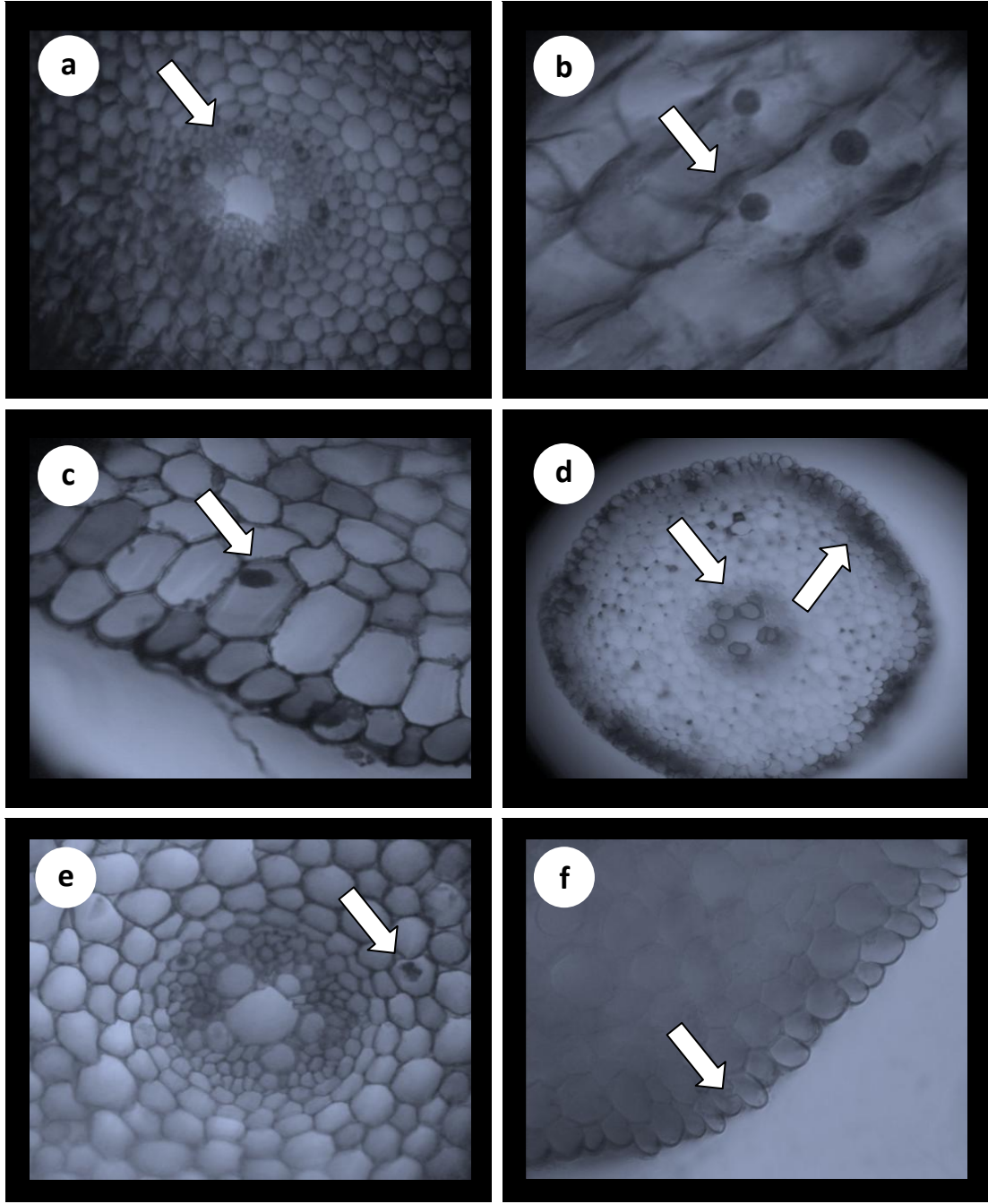
**Tablo 3.5.** Farklı dozlarda Paraquat uygulaması tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar

| Gruplar  | Kök ucu sayısı | Mitotik hücre sayısı | FRG                      | BN                       | KK                       | YK                       | CM                       | KED                      | AKUT                     | İİA                      |
|----------|----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Grup I   | 10             | 500                  | 00.30±00.48 <sup>d</sup> | 00.20±00.42 <sup>d</sup> | 00.00±00.00 <sup>d</sup> | 00.10±00.32 <sup>d</sup> | 00.00±00.00 <sup>d</sup> | 00.00±00.00 <sup>d</sup> | 00.00±00.00 <sup>c</sup> | 00.00±00.00 <sup>c</sup> |
| Grup II  | 10             | 500                  | 29.10±10.46 <sup>c</sup> | 23.50±07.21 <sup>c</sup> | 21.30±04.67 <sup>c</sup> | 15.30±04.19 <sup>c</sup> | 07.40±03.53 <sup>c</sup> | 04.90±02.77 <sup>c</sup> | 00.30±00.48 <sup>c</sup> | 00.00±00.00 <sup>c</sup> |
| Grup III | 10             | 500                  | 54.20±06.09 <sup>b</sup> | 38.60±07.49 <sup>b</sup> | 35.30±06.65 <sup>b</sup> | 27.70±06.07 <sup>b</sup> | 15.20±04.02 <sup>b</sup> | 08.20±02.62 <sup>b</sup> | 03.60±02.76 <sup>b</sup> | 01.50±01.18 <sup>b</sup> |
| Grup IV  | 10             | 500                  | 67.80±08.61 <sup>a</sup> | 56.20±10.40 <sup>a</sup> | 53.50±05.66 <sup>a</sup> | 44.90±08.35 <sup>a</sup> | 25.50±05.62 <sup>a</sup> | 16.80±05.09 <sup>a</sup> | 08.60±02.59 <sup>a</sup> | 03.20±01.55 <sup>a</sup> |

Grup I: Kontrol, Grup II: 10 ppm Paraquat, Grup III: 50 ppm Paraquat, Grup IV: 100 ppm Paraquat. Veriler ortalama ± standart sapma (SD) olarak gösterildi (n = 10). Kromozomal hasarlar için, her bir gruptaki her bir kök ucunda 500 hücre, toplamda ise 5000 hücre analiz edildi. Ortalamalar arasındaki istatistiksel önem “Duncan” testini takiben “one-way” ANOVA varyans analizi kullanılarak araştırıldı. Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0.05). (FRG: fragment, BN: binükleuslu hücre, KK: kromozom köprüsü, YK: yapışkan kromozom, CM: c-mitoz, KED: kromatinin eşit olmayan dağılımı, AKUT: anormal kutuplaşma, İİA: iğ ipliği anormalliği)

*Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde Paraquat’ın farklı dozları tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar ile ilgili veriler Şekil 3.2 ile Tablo 3.5’de gösterilmiştir. Yapılan mikroskopik inceleme sonucunda sırasıyla fragment>binükleuslu hücre>kromozom köprüsü>yapışkan kromozom>c-mitoz>kromatinin eşit olmayan dağılımı>anormal kutuplaşma>iğ ipliği anormalliği hasarları belirlenmiştir. Paraquat uygulamasının kromozomlar üzerinde en büyük etkisi fragment oluşumu şeklinde olmuştur. Kontrol grubunda birkaç fragment, binükleuslu hücre ve yapışkan kromozom dışında herhangi bir kromozom hasarına rastlanılmazken, Paraquat ile muamele edilen Grup II

(iğ ipliği anormalliği hariç), III ve IV’de ise artan Paraquat dozuna bağlı olarak sayısı değişmekle birlikte Tablo 3.5’de gösterilen kromozomal hasarların tümüne rastlanılmıştır. Paraquat dozlarındaki artış ile kromozomal hasar sayıları arasında doğru bir orantının olduğu, diğer bir ifadeyle Paraquat dozlarındaki artış ile kromozomal hasar sayısının arttığı ve bu artışların ise kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).



**Şekil 3.3.** *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde Paraquat tarafından teşvik edilen anatomik değişimler (a: kontrol grubunda belirgin iletim doku, b: kontrol grubunda hücre çekirdeğinin olağan şekli, c: yassılaştırmış hücre çekirdeği, d: nekroz ve belirgin olmayan iletim doku, e: iletim dokusunda madde birikimi, f: hücre deformasyonu)

Mikroskopik gözlemler sonucunda Paraquat uygulamasının *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde belirgin anatomik değişimlere neden olduğu anlaşılmıştır. Bu değişimler yassılaştırmış hücre çekirdeği, nekroz, belirgin olmayan iletim doku, iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi ve hücre deformasyonu şeklindedir. Yapılan çalışma sonucunda kontrol grubu kök ucu hücrelerinde herhangi bir anatomik değişime rastlanılmazken, uygulama gruplarında Paraquat dozundaki artışa bağlı olarak yukarıda bahsedilen anatomik hasarların oranında artış olduğu belirlenmiştir.



#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, uygulanan Paraquat dozlarına bağlı olarak *Allium cepa* L. hücrelerinde meydana gelen fizyolojik, anatomik ve sitogenetik değişimler incelenmiştir. Uygulanan Paraquat dozundaki artış ile çimlenme yüzdesinin azaldığı yani aralarında ters bir orantının olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda en yüksek çimlenme yüzdesi kontrol grubunda, en düşük çimlenme yüzdesi ise Paraquat'ın 100 ppm dozuyla muamele edilen grupta tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçları destekleyen tarzda diğer araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen benzer çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Klingman ve Murray (26) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, üç farklı çim türü olan *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L. ve *Festuca arundinacea* Schreb. tohumları Paraquat uygulanarak çimlenmeye bırakılmış, sonuçta üç türde de kontrol grubuna göre çimlenme yüzdesinde azalma tespit edilmiştir. Appleby ve Brenchley (27) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise *Lolium perenne* L., var. Linn tohumlarına 0.25 Lb/A, 0.50 Lb/A ve 1.0 Lb/A dozlarında sprey haline Paraquat uygulanmış, sonuçta Paraquat'ın artan dozuna bağlı olarak kontrol grubuna göre çimlenme yüzdesinde azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Salazar ve Appleby (28) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Festuca arundinacea* Schreb., *Festuca rubra* L., *Dactylis glomerata* L., çim tohumları ile *Medicago sativa* L. ve *Trifolium pratense* L. baklagil tohumlarına 1.0 kg/ha ile 3.0 kg/ha Glyphosate ve 0.6 kg/ha Paraquat uygulanmıştır. *Agrostis tenuis* Sibth. dışında çim ve baklagil tohumlarının tamamında kontrol grubuna göre çimlenme yüzdesinde azalma meydana gelmiştir.

Tez çalışmamızda Paraquat dozundaki artışın bir diğer fizyolojik parametre olan kök uzunluğunda da azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda en fazla kök uzunluğu kontrol grubunda, en düşük kök uzunluğu ise Paraquat'ın 100 ppm dozuyla muamele edilen grupta ölçülmüştür. Paraquat'ın kök uzunluğu üzerine etkilerini daha önce araştıran fazla sayıda çalışma bulunmadığından, bizim bulgularımız diğer herbisitlerin kullanıldığı benzer tarzdaki diğer çalışmaların bulguları ışığında tartışılmıştır. Buna göre Rizhsky ve ark. (29) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *Arabidopsis thaliana* L. tohumlarına 0.1 µM ve 1 µM dozlarında Paraquat uygulanmış, sonuçta Paraquat'ın artan dozuna bağlı olarak kök

uzunluğunda kontrol grubuna göre azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Tursun (30) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise *Avena sterilis* L. tohumlarına farklı dozlarda Fenoxaprop-p-ethy uygulanmış, sonuçta en yüksek kök uzunluğu kontrol grubunda ölçülürken, artan herbisit dozuna bağlı olarak kök uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Sunderland ve ark. (31) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise *Zea mays* L., *Sorghum bicolor* L. ve *Cassia obtusifolia* L. tohumlarına farklı dozlarda Sülfonilüre türevi herbisit uygulanmış, sonuçta her üç türde de artan herbisit dozuna bağlı olarak kök uzunluğunda azalmanın meydana geldiği rapor edilmiştir. Ray (32) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise *Pisum sativum* L. var Alaska tohumlarına farklı dozlarda Klorsülfüron uygulanmış, sonuçta artan herbisit dozuna bağlı olarak kök uzunluğunda azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Tez çalışmamızda Paraquat uygulamasının *Allium cepa* L. tohumlarının ağırlık kazanımı üzerinde de olumsuz etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 72 Saatlik uygulama periyodu sonunda en fazla ağırlık artışı kontrol grubunda, en az ağırlık artışı ise 100 ppm dozunda Paraquat ile muamele edilen grupta ölçülmüştür. Kontrol grubunda ortalama 7.16 g'lık bir ağırlık artışı ölçülürken, Paraquat'ın 100 ppm dozu ile muamele edilen grupta ise ortalama 1.37 g'lık ağırlık artışı ölçülmüştür. Kök uzunluğunda olduğu gibi Paraquat'ın tohum ağırlık artışı üzerine de etkisini araştıran çok sayıda çalışma bulunmadığından, bulgularımız diğer pestisitlerin tohum ağırlık artışı üzerine etkilerini araştıran çalışmaların bulgularından yararlanılarak tartışılmıştır. Ratnayake ve Shaw (33) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, farklı gelişim evrelerindeki soya tohumlarına 220 g ha<sup>-1</sup> Imazamethipyr, 840 g ha<sup>-1</sup> Glufosinate ve 560 g ha<sup>-1</sup> Paraquat uygulanmış, sonuçta Glufosinate haricindeki tüm pestisitlerin farklı gelişim evrelerindeki tohumların ağırlık artışında azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir. Tucker ve ark. (34) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise dört (4) hafta süresince 125 g ai L<sup>-1</sup> Paraquat ve 75 g ai L<sup>-1</sup> Diquat uygulanmış alandan toplanan *Hordeum leporinum* L. bitkilerine, sera ortamında 200 g ai ha<sup>-1</sup> Paraquat uygulamasına devam edilmiş, bu bitkilerden elde edilen tohumlar ise Paraquat'a karşı dirençli popülasyon olarak kabul edilmiştir. Söz konusu çalışmada Paraquat'a karşı duyarlı tohumlar ise bipiridil grubu herbisit uygulandığına dair herhangi bir kayıt bulunmayan alandan toplanmıştır. Paraquat'a karşı duyarlı ve

dirençli tohumlara 0, 25, 50, 100, 200, 400, 800 ve 1600 g ai ha<sup>-1</sup> dozlarında Paraquat ve 0, 25, 50, 100, 200, 400, ve 800 g ai ha<sup>-1</sup> dozlarında Diquat uygulanmış, sonrasında ise tohumlar açık alana yerleştirilmiştir. Uygulamadan 28 gün sonra toprak üzerindeki yeşil sürgün ve yaprak dokuları hasat edilerek tartılmış, Paraquat'a karşı duyarlı ve dirençli tohumların tamamında artan Paraquat ve Diquat dozuna bağlı olarak kuru ağırlık artış miktarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Çavuşoğlu ve ark. (35) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise *Allium cepa* L. tohumlarına 100 mg/kg, 250 mg/kg ve 500 mg/kg dozlarında Thiamethoxam uygulanmış, sonuçta artan Thiamethoxam dozuna bağlı olarak tohum ağırlık kazanımında azalma meydana geldiği rapor edilmiştir.

Bu çalışmada ayrıca Paraquat'ın *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde MN ve kromozomal hasarların oluşumunu teşvik ettiği de belirlenmiştir. Mikroskopik gözlemler sonucunda Paraquat dozundaki artışla doğru orantılı olarak, MN sıklığı ve kromozomal anormalliklerin sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Paraquat uygulaması fragment, binükleuslu hücre, kromozom köprüsü, yapışkan kromozom, c-mitoz, kromatinin eşit olmayan dağılımı, anormal kutuplaşma ve iğ ipliği anormalliği hasarlarına neden olurken, kromozomlar üzerindeki en büyük etkisi fragment oluşumunu teşvik etmesi olmuştur. Elde ettiğimiz bulgular, gerek Paraquat'ın etkilerini araştıran diğer çalışmaların bulguları ile gerekse de diğer pestisitlerden elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. Örneğin Jovtchev ve ark. (36) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *Hordeum vulgare* L. tohumları bir (1) saat musluk suyunda çimlendirildikten sonra, çimlendirme işlemine 24 °C 'de 17 saat boyunca petri kapları içerisinde devam edilmiştir. Süre sonunda çimlenen tohumlara 60 dakika boyunca 10<sup>-6</sup>, 5 x 10<sup>-6</sup>, 10<sup>-5</sup>, 5 x 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-4</sup>, 5 x 10<sup>-4</sup> mol/l dozlarında Paraquat uygulanmış, daha sonra tohumlar 18, 21, 24, 27 ve 30 saat 24 °C 'de bekletildikten sonra kök uçlarından kesitler alınmıştır. Paraquat'la muamele edilmeyen kök uçları ise negatif kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Sonuçta Paraquat uygulamasının tüm dozlarda kontrol grubuna göre kromozom anormallikleri sıklığını arttırdığı rapor edilmiştir. Tespit edilen kromozom anormalliklerinin dağılımı ise izokromatid kırık, kromatid kırığı, interkalar delesyon ve translokasyon şeklinde gerçekleşmiştir. Ayrıca Paraquat uygulamasının tüm dozlarda MN oluşumunu da teşvik ettiği, MN sayısındaki en fazla artışın ise

Paraquat'ın en yüksek dozunda olduğu görülmüştür. Gul ve ark. (37) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada *Allium cepa* L. ve *Allium sativum* L. tohumlarına %0.1, %0.2 ve %0.4 konsantrasyonlarında 3, 6 ve 12 saat süreyle Avenoxan herbisiti uygulanmış, sonuçta kontrol grubuyla karşılaştırıldığında Avenoxan'ın tüm konsantrasyonlarda her iki türde de kromozom anormalliklerine ve MN oluşumuna neden olduğu belirlenmiştir. Kromozomal anormallikler olarak ise; c-mitoz, yapışkan kromozom, anafaz ve telofaz köprüsü, geri kalmış kromozom, multipolar anafaz ve fragment tespit edilmiştir. Sharma ve Vig (38) tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise *Allium cepa* L. tohumları 24 saat süresince distile suda çimlendirildikten sonra üç (3) saat boyunca 0.1 ppm, 0.5 ppm, 0.75 ppm ve 1.0 ppm dozlarında Avenoxan, Diuron ve Quizalofop-P-ethyl herbisitlerine maruz bırakılmıştır. Sonuçta her üç herbisitin de artan dozuna bağlı olarak kromozomal hasar sayılarının arttığı ve c-mitoz, gecikmiş anafaz, geri kalmış kromozom, vagrant kromozom, ring kromozom ve yapışkan kromozom şeklinde hasarların meydana geldiği belirlenmiştir. Fındıklı ve Türkoğlu (39) tarafından gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise *Allium cepa* L. tohumlarına farklı dozlarda Glyphos herbisiti ve 2,2-Dichlorovinly Dimethyl Phosphate insektisiti ayrı ayrı uygulanmış, uygulama sonucunda her iki pestisit de *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde kromozom anormalliklerini teşvik ettiği gözlenmiştir. Yüzbaşıoğlu ve ark. (40) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise eşit büyüklükteki *Allium cepa* L. tohumlarına 20, 40, 80 ppm dozlarında Flurochloridone herbisiti ile 12, 24 ve 48 saat süreyle muamele edilmiş, sonuçta kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Flurochloridone uygulamasının kök ucu hücrelerinde c-metafaz, geri kalmış kromozom, yapışkan kromozom, köprü, fragment, multipolarite ve poliploidi kromozom anormalliklerine neden olduğu belirlenmiştir. Paraquat'ın yüksek dozlarda MN sıklığı ve kromozomal hasar sayısında oldukça fazla artışa sebep olmasının, hücrel savunma mekanizmaları tarafından detoksifiye edilebilenden daha fazla reaktif oksijen türleri üretmesinden ve bununda tolere edilemediğinden DNA'da hasar meydana getirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

*Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde Paraquat'ın teşvik ettiği bir diğer değişiklik ise kök hücrelerinde gözlenen anatomik değişimlerdir. Yapılan mikroskopik gözlemlerde Paraquat uygulamasının kök ucu hücrelerine ciddi hasarlar

verdiği tespit edilmiştir. Kök ucu hücrelerinde tespit edilen hasarlar; nekroz, yassılaştırmış hücre çekirdeği, belirgin olmayan iletim dokusu, hücre deformasyonu ve iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi şeklindedir. Doğrudan Paraquat'ın kök ucu hücreleri üzerine anatomik etkilerini araştıran başka bir çalışma bulunmadığından, bulgularımız diğer herbisitlerle gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları kullanılarak tartışılmıştır. Çavuşoğlu ve ark. (41) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada *Allium cepa* L. tohumlarına bir herbisit türü olan Glyphosate 72 saat süreyle uygulanmış, süre sonunda kök ucu hücrelerinden alınan kesitler kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kök ucu dokularında; belirgin olmayan vasküler doku, belirgin olmayan epidermis tabakası, hücre deformasyonu, anormal hücre nükleusu ve binukleer hücre şeklinde anatomik hasarlar tespit edilmiştir. Hacsıkaylo ve Amato (42) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise *Zea mays* L. ve *Gossypium hirsutum* L. tohumlarına Trifluralin herbisiti uygulanmış, sonuçta kontrol grubuyla karşılaştırıldığında herbisit uygulanan *Gossypium hirsutum* L. lateral kök dokularında, endodermal tabakanın kontrol grubuna göre son derece kalın olduğu ve hücresel bölünmenin büyük ölçüde yavaşladığı, *Zea mays* L.'da ise perisikl bölgedeki endodermal hücrelerin kontrol grubuna göre anormal şekilli olduğu rapor edilmiştir.

Yaptığımız çalışma sonucunda; tarımsal mücadelede yaygın olarak kullanılan Paraquat herbisitinin belirli konsantrasyonlarda toksik etki gösterdiği *Allium cepa* L. test materyali kullanılarak gözler önüne serilmiştir. Bu nedenle tarımsal verimi arttırmak amacıyla zararlılarla mücadelede kullanılan bu tür herbisitlerin kullanılmadan önce mutlaka uygun doz değerleri belirlenmeli, verim elde edinmek istenilen ürüne ilaveten, canlılardaki ve çevre üzerindeki muhtemel toksik etkileri göz ardı edilmemelidir.

## KAYNAKLAR

1. Huber A., Bach M. ve Frede H.G. 2000. Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (3): 191-204.
2. Causape J., Quilez D. ve Aragues R. 2004. Assessment of irrigation and environmental quality at the Hydrological basin level I: Irrigation quality. *Agricultural Water Management* 70 (3): 195-209.
3. Hatcher, R. L., 1996. *The Pre-Brundland Commission Era. Sustainable Development*, (Ed. B.,Nath, L. Hens ve D. Devuyts), Vubpress.
4. Ayaz A., Yurttagül M. 2008. *Besinlerdeki Toksik Öğeler-II*. Sağlık Bakanlığı Yayınları, Ankara.
5. McEwen F.L., Stephenson, G.R. 1979. *The Use And Significance Of Pesticides In The Environment*. John Wiley & Sons Pub., New York.
6. Levine M.J. 2007. *Pesticides: A Toxic Time Bomb In Our Midst*. Praeger Publishers, London.
7. Tiryaki O., Canhilal R. ve Horuz S. 2010 Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26 (2): 154-169
8. Nersheim, O.N., Fishel F.M., Mossler M. 1993. *Toxicity Of Pesticides*. A Series of The Pesticide Information Office, Florida.
9. DPT. 2006. *Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Tarım İlaçları Çalışma Grubu*. Ankara.
10. Ikehata, K., Gamal El-Din, M. 2005. Aqueous pesticide degradation by ozonation and ozone-based advanced oxidation processes: A review (part I). *Ozone: Science and Engineering*. 27 (2): 83-114.
11. Blair A., Axelson, O., Franklin, C., Paytner, O.E., Pearce, N., Stevenson, D., Trosko, E., Vainio, H., Williams, G., Woods J., Zahm, S.H. 1990. *Carcinogenic Effect Of Pesticides*. In: *The Effects Of Pesticides On Human Health* (Baker, S.R., Wilkinson, C.F., Eds.), pp. 201-243 Princeton Scientific Publication Co, USA.
12. Tu, M., Hurd, C., Randall, J. M. 2001. *Weed Control Methods Handbook: Tools & Techniques For Use In Natural Areas*. The Nature Conservancy.

13. Tosun, N., Karabay, N. Ü. ve Feralı, S. 2000. Pesticide usage and their potential adverse impacts on living organisms. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute* 11 (1): 113-125.
14. Tepe I. 1997. *Türkiye 'de Tarım ve Tarım Dışı Alanlarda Sorun Olan Yabancı otlar ve Mücadeleleri*. Yüzüncü Yıl Matbaası, Van.
15. Omura, T., Asari, M., Yamamoto, J., Oka, K., Hoshina, C., Maseda, C., Awaya T., Tasaki Y., Shiono H., Yonezawa A., Masuda S., Matsubara K. ve Shimizu, K. 2013. Sodium tauroursodeoxycholate prevents paraquat-induced cell death by suppressing endoplasmic reticulum stress responses in human lung epithelial A549 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 432 (4): 689-694.
16. Hart TB. 1987. Paraquat--review of safety in agricultural and horticultural use. *Human & Experimental Toxicology* 6 (1): 13-18.
17. Gündüz Ş., Kersting U. ve Karamanoğlu İ. 2006. *Turunçgil Bahçelerindeki Yabancı Otlar ve Entegre Mücadele Yöntemleri*, Akdeniz İhracatçı Birlikleri, Mersin.
18. Cakmak I. ve Marschner H. 2006. Magnesium deficiency enhances resistance to paraquat toxicity in bean leaves. *Plant, Cell & Environment* 15 (8): 955-960.
19. Goldfrank, L.R., Flomenbaum, N., Lewin, N.A., Howland, M.A., Hoffman, R.S., Nelson, L.S. 2006. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies 8th Edition*, McGraw-Hill, New York.
20. Finkel, T. ve Holbrook, N. J. 2000. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature* 408: 239-247.
21. Powles, S.B., Tucker, E.S. ve Morgan, T.R. (1989). A capeweed (*Arctotheca calendula*) biotype in Australia resistant to bipyridyl herbicides. *Weed Science* 37: 60-62.
22. Qian, X.W. 2004. Mutagenic Effects of Chromium Trioxide on Root Tip Cells of *Vicia faba*. *Journal of Zhejiang University Science*, 5: 1570-1576.
23. Atik, M., Karagüzel, O. ve Ersoy, S. 2007. Sıcaklığın *Dalbergia sissoo* Tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20 (2): 203-210.

24. Staykova, T.A., Ivanova, E.N. ve Velcheva, I. G. 2005. Cytogenetic Effect of Heavy Metal and Cyanide in Contaminated Waters From The Region of Southwest Bulgaria. *Journal of Cell and Molecular Biology* 4: 41–46.
25. Fenech, M., Chang. W. P., Kirsch-Volders ,M., Holland, N., Bonassi, S. ve Zeiger, E., 2003. Human Micronucleus Project. HUMN Project: Detailed Description of The Scoring Criteria For The Cytokinesis-Block Micronucleus Assay Using Isolated Human Lymphocyte Cultures. *Mutation Research*, 534 (1-2): 65-75.
26. Klingman D. L. ve Murray J. J. 1976. Germination of seeds of turfgrasses as affected by glyphosate and paraquat. *Weed Science* 24 (2): 191-193.
27. Appleby, A. P. ve Brenchley, R. G. 1968. Influence of paraquat on seed germination. *Weed Science* 16 (4): 484-485.
28. Salazar, L. C. ve Appleby, A. P. 1982. Germination and growth of grasses and legumes from seeds treated with glyphosate and paraquat. *Weed Science* 30 (3): 235-237.
29. Rizhsky, L., Liang, H. ve Mittler, R. 2003. The water-water cycle is essential for chloroplast protection in the absence of stress. *Journal of Biological Chemistry* 278 (40): 38921-38925.
30. Tursun, N. 2012. Buğday Ekim Alanlarında Görülen Kısır Yabani Yulaf (*Avena sterilis* L.)'ın Fenoxaprop-p-ethyl Etkili Maddeli Herbisitlere Karşı Dayanıklılığının Hızlı Test Yöntemi ile Belirlenmesine Yönelik Araştırmalar. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 5 (2): 161-166
31. Sunderland, S. L., Santelmann, P. W. ve Baughman, T. A. 1991. A rapid, sensitive soil bioassay for sulfonylurea herbicides. *Weed Science* 39 (2): 296-298.
32. Ray, T. B. 1984. Site of action of chlorsulfuron inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. *Plant Physiology* 75 (3): 827-831.
33. Ratnayake, S. ve Shaw, D. R. 1992. Effects of harvest-aid herbicides on soybean (*Glycine max*) seed yield and quality. *Weed Technology* 6 (4): 339-344.
34. Tucker, E. S. ve Powles, S. B. 1991. A biotype of hare barley (*Hordeum leporinum*) resistant to paraquat and diquat. *Weed Science* 39 (2): 159-162.



35. Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., Türkmen, Z., Yapar, K. ve Sağır, S. 2012. Physiological, anatomical, biochemical, and cytogenetic effects of thiamethoxam treatment on *Allium cepa* (amaryllidaceae) L. *Environmental Toxicology* 27 (11): 635-643.
36. Jovtchev, G., Gateva, S., Stergios, M. ve Kulekova, S. 2010. Cytotoxic and genotoxic effects of paraquat in *Hordeum vulgare* and human lymphocytes in vitro. *Environmental Toxicology* 25 (3): 294-303.
37. Gul, T., Kaymak, F. ve Muranlı, F. D. G. 2006. Genotoxic effects of avenoxan on *Allium cepa* L. and *Allium sativum* L. *Caryologia* 59 (3): 241-247
38. Sharma, S. ve Vig, A. P. 2012. Genotoxicity of Atrazine, Avenoxan, Diuron and Quizalofop-P-ethyl herbicides using the *Allium cepa* root chromosomal aberration assay. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology* 6 (2): 90-95.
39. Fındıklı, Z. ve Türkoğlu, Ş. 2010. Glyphos ve DDVP'nin *Allium cepa* L.'da Mitoz Bölünme ve Kromozomlar Üzerine Etkisi. *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi* 31 (2): 49-62
40. Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F., Sancak, C. ve Kasap, R. 2003. Cytological effects of the herbicide racer "flurochloridone" on *Allium cepa*. *Caryologia* 56 (1): 97-105.
41. Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., Türkmen, Z., Yapar, K., Cavuşoğlu, K. ve Çiçek, F. 2011. Investigation of Toxic Effects of the Glyphosate on *Allium cepa*. *Tarım Bilimleri Dergisi* 17 (2): 131-142.
42. Hacskeylo, J., Amato, V. A. (1968). Effect of trifluralin on roots of corn and cotton. *Weed Science* 16 (4): 513-515.

## ÖZGEÇMİŞ

1987 Yılında Giresun'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Giresun'da tamamladı. 2008 Yılında girdiği Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl girdiği Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans programını Haziran 2014'de tamamladı.